

發明專利說明書

※申請案號：096118453

※IPC分類：

一、發明名稱：

擬人形演奏提琴機械人

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種擬人形演奏提琴機械人，係由一頭頸肩部、一按弦系統、一揮弓系統及一電腦控制系統所共同組成；該頭頸肩部可將提琴琴身夾持住；該按弦系統設於該頭頸肩部的一側，主要係設有一組陣列式氣壓裝置，可對應各弦的音階位置進行按弦動作；該揮弓系統則設於該頭頸肩部的另一側，主要由多數馬達控制連桿而可夾持琴弓作出揮弓之動作，使琴弓在琴弦上擦弦演奏；該電腦控制系統將所演奏樂曲的指法與弓法等樂譜資料轉為控制時序命令，並運用電腦介面技術控制該按弦系統與揮弓系統的動作，以進行全自動提琴演奏。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第五圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 . . . 琴身
- 20 . . . 琴弓
- 3 . . . 擬人形演奏提琴機械人
- 30 . . . 頭頸肩部
- 35 . . . 立架
- 40 . . . 按弦系統
- 41 . . . 立架
- 45 . . . 陣列式氣壓裝置
- 50 . . . 揮弓系統
- 51 . . . 立架
- 561 . . . 夾持塊

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

[0001] 本發明係關於一種擬人形演奏提琴機械人，特別是指一種可全自動化演奏提琴的擬人形機械人。

【先前技術】

[0002] 按，提琴是一種以弓拉弦的擦弦樂器，是現代弦樂器中佔重要地位之樂器，包括有小提琴、中提琴、大提琴和低音提琴多種，其中又以小提琴最受歡迎及注目。小提琴係現代弦樂器中最重要的高音樂器。由於它的旋律優美、音域寬廣，節奏與音色的變換靈活，既能演奏抒情的小曲，也可演奏令人振奮的華麗樂章，使得演奏者可以發揮高度的演奏技巧，又能充分表現音樂情感。因此，小提琴不但適合運用於弦樂團或交響樂團中演奏，更可搭配鋼琴或其他伴奏樂器，成為理相的獨奏樂器。

[0003] 自17世紀以來，小提琴一直在西方音樂中扮演重要的角色。經過了數百年的演進，在許多製琴家的改良與演奏者的詮釋下，小提琴的構造臻於完善，成為所有交響樂、管弦樂及室內樂中最重要之樂器之一。小提琴的特色在於音域寬廣、表現力豐富，不但可以演奏持續的長音，也可以利用弓的任一部位進行小距離的快速短弓演奏，甚至可以利用跳弓、頓弓、拋弓等技巧產生極短促的樂音。藉由各種技巧，提琴家不但可以娓娓演奏出抒情、浪漫的旋律，又能強有力的表現出熱情、活潑的曲風。

[0004]

小提琴之立體圖如第一圖所示，琴身10由大約70多塊不同的木片組成，琴頭11為漩渦狀，配有四個錐形弦栓12，用以調整四根琴弦13的鬆緊度。琴頭11與琴頸14採用同一塊木頭雕成，琴頸14上方固定一塊弧形指板15。琴弦13一端固定於琴栓12，穿出琴頭11，通過指板15上方，跨過琴橋16，再與後弦枕17接合。指板15前端較窄，可讓演奏者的左手手指在其上按壓琴弦13，以控制音調。指板15末端變寬，使跨過琴橋16的琴弦13有較寬間隔，再配合琴橋16的弧面設計，方便第二圖所示的琴弓20在拉奏區18運動，而不致碰觸到其他的琴弦13。琴弦13一共有四根，從細到粗依次是E弦，A弦，D弦，與G弦，每根空弦之間相差五個全音。藉由指板15按壓位置的改變，每根琴弦13都能奏出完整的兩個八度音。其中，E弦的頻率最高，常用來演奏高昂的曲調，或用以模擬女高音的聲調。G弦的聲調最低，特點是音質豐滿，常用來表現渾厚的男低音。演奏者藉由熟練的技巧，通常可以自在

地變換音階，或使用各種裝飾音，配合適當的節奏，表現出單音、雙音，甚至三個音以上的和弦樂。另，在琴身10接近底端處設有一腮托19，供演奏者左腮依靠以作夾持住琴身10的作用動作。

- [0005] 提琴的發音方式在於運用琴弓20摩擦琴弦13，且摩擦的位置必須限制在指板15尾端到琴橋16之間的部分琴弦13上。琴弓20的構造如第二圖所示，包含木質弓桿21及弓毛22。弓桿21設計成門字形，尾端設有螺旋鈕23，可以控制弓止24的位置。弓手22又稱馬尾，一端固定於弓尖25，另一端固定於弓止24。使用前，可依演奏者的需求旋轉該螺旋鈕23，藉以調整弓毛22的鬆緊度。琴弓20與琴弦13的摩擦運動，決定了演奏的品質。運弓的技巧包含基本弓法、頓弓、換弦、跳弓、拋弓等，都常用於演奏各式樂曲上。運弓的部位、力道與速度，不但可以控制音量的大小，也影響音色的展現。因此，演奏者一般將左手視為工匠，右手視為藝術家。亦即，左手專司按弦，藉由精準的指位變換與綿密的揉弦技巧來美化音頻；同時利用右手揮弓，藉由從容、瀟灑的速度變化，配合展現適時、合宜的力道，可以完全控制樂曲的行進，並充分展現曲風。
- [0006] 詳析小提琴的演奏技巧可分類為「按弦控制」與「弓法控制」兩大類。其中，按弦控制必須考慮兩個重點，第一個重點為音準的控制，第二個重點則在於音色的控制。在音準控制方面，小提琴的指板15為一種弧形且前窄後寬的曲面結構。其俯視圖如第三圖所示，在第三圖中，以G、D、A、E代表四條弦的名稱，(0)-(22)代表每條弦上的音階，⊕代表按指的位置。在單一條弦上從(0)變化到(22)，一共可包含兩個八度音階。如第三圖可知，若僅考慮G、D、A等三條弦，且分別自G(5)、D(0)依序變化到A(3)，則可取得一組標準八度音的音階(亦即G(5)=Do、D(0)=Re、D(2)=Mi、D(3)=Fa、D(5)=Sol、A(0)=La、A(2)=Si、A(3)=Do)。其間，G(6)為Do[#](升半音)，D(1)為Mi^b(降半音)，D(4)為Fa[#](升半音)，以此類推。
- [0007] 當真人(即演奏者)演奏小提琴時，係運用左手四個手指在第(0)至第(7)排位置上按弦，稱為第一把位。此時，左手手腕靠近琴頭，食指游動於第(1)與第(2)排的位置，中指負責第(3)與第(4)排，無名指按第(5)排，小指負責第(6)與第(7)排。當音階改變，演奏者必須移動左手手腕。當食指變換到第(3)排位置時，即稱為第二把位的按弦法。音階的位置常隨著樂曲的複雜度而有所不同。一首簡易的曲子，音調起伏平緩，音階的變化大約落於第一把位的範圍內。但是，較為複雜的演奏用的曲目，音階的變化往往超越兩個八度音階，高音位置亦超過E(7)，必須採用其他把位的方式按弦。因為人類的手部具有多個自由度，所以手指可以輕易的變換位置。一個技巧熟練提琴家更是能夠快速準確的移動左手手腕，使手指依照樂譜的節奏速度而按到正確位置。一般而言，節奏的掌握與音準的拿捏，常常是演奏成功的必要條件。
- [0008] 按弦控制的第二個重點在於控制音色。常用的方法，稱為揉弦。演奏者首先要以手指緊按琴弦，再靠著手腕的擺盪帶動手指，使手指在按弦位置上微幅擺動，藉由這種技巧，提琴會產生快速的抖音，其效果在於柔緩原始的純音，並可使聲音表現的較為優美。
- [0009] 在「弓法控制」方面，小提琴的弓法相當繁複，運弓的技巧包含基本弓法、換弦、頓弓、跳弓、拋弓等。所謂基本弓法，意指指在弦上來回地摩擦，所需考慮的參數必須包含運弓的力道、速度與接觸部位。在連續的樂音中，更需考慮上弓與下弓的動作銜接。依據一般演奏小提琴的習慣，演奏者係以右手拇指與中指夾持住弓尾，食指、無名指、小指則分別搭在兩邊。運弓時，右手肩部用力，手腕要輕。在單一條弦上摩擦時，除了要確保弓在一條直線上運動外，遇到上、下弓的變換時，必須運用手腕進行圓週運動，以利弓的運動順暢。食指在運弓的過程中，對力道的控制相當重要。尤其在弓尖的拉奏時，更需注意食指的運用，方能確保音質的穩定。當樂曲的音符必須由不同的弦來產生時，就必須進行換弓的動作。第四圖所示為琴弓在G、D、A、E等四條弦上運動的角度。由圖可知，假若運弓的角度稍有偏差，則可能同時摩擦到不同的弦，形成不必要的干涉並發出雜音。當弓自一條弦換到另一條弦時，亦可能產生碰撞、敲擊等現象。因此，如何練習至確保換弦時弓的運動順暢，即為演奏小提琴的基本弓法。
- [0010] 小提琴演奏不但需要高度的技巧，更要能表現情感。一位優秀的演奏者可以賦予提琴生命，並藉由小提琴來唱出人類的思維。因此，小提琴的演奏能深獲全世界許多人的喜愛，連帶地，各種提琴的演奏也皆深受注目及重視。本發明人本身即深愛並專精於小提琴演奏，同時也專業於機械領域的研究及設計工作，遂乃構思若能設計一部可以全自動演奏提琴的機械人，使其具備按弦與運弓等技巧；並能運用程式來控制弓法的力道與速度，進而模擬人類的演奏情感，將是一個相當具有挑戰性的發明。而針對此種使命，本發明人前已完成096103908「可演奏提琴的自動化機械裝置」發明申請案。今，本發明人秉持精益求精之精神，乃更進一步研發，期提供一種擬人形的演奏提琴機械人，使此種工藝技術及裝置可達更高境界。
- 【發明內容】
- [0011] 緣是，本發明之主要目的，即在提供一種擬人形演奏提琴機械人，以遂行使一擬人形機械人之裝置配合程式之控制，而能達致模擬人類姿態與情感並全自動化演奏提琴之作用功效。
- [0012] 為達成上述目的，本發明為一種擬人形演奏提琴機械人，係由一頭頸肩部，一按弦系統，一揮弓系統及一電腦控制系統所共同組成，其中，該頭頸肩部可區分成一頭部、一頸部、一肩部、一肩墊及一立架，該立架係站立，上方依序即為該肩部、頸部和頭部之組成，該肩墊設於該肩部前方，藉一軸心插設而可轉動，並可於選定角度時予以旋緊固定，該肩墊上設有左、右定位塊，其間之空間供提琴琴身尾端置入，以受到夾持之作用，再由該頭部下降而由左腮托靠住琴身頂面的腮托，以固定提琴；該按弦系統係以一立架站立於該頭頸部的一側，於該立架上接設一旋臂，其尾端一側固設一支撐架，該支撐架上設有一組陣列式氣壓裝置；下方則有一托架，以供提琴的琴頸抵靠在該托架上；該揮弓系統係以一立架站立於該頭頸部的另一側，並由多數馬達控制連桿而可夾持琴弓作出揮弓之動作，使琴弓在琴弦上擦弦演奏；該電腦控制系統將所演奏樂曲的指法與弓法等樂譜資料轉為控制時序命令，並運用電腦介面技術控制該按弦系統與揮弓系統的動作，以進行全自動

提琴演奏。

- [0013] 在上述發明中，該組陣列式氣壓裝置係由多數單動式氣壓缸依照提琴各弦的音階位置安裝於同一面板上而構成。
- [0014] 在上述發明中，該頭頸肩部的頭部的右側設有一CCD，用來檢測琴弓與琴弦的接觸位置。
- [0015] 在上述發明中，該頭頸肩部的頭部配置一具收音器，供檢測提琴的聲音訊號。
- [0016] 在上述發明中，該揮弓系統夾持琴弓之部位設置有一力感測器，以感測琴弓的反作用力。

【實施方式】

- [0017] 關於本發明為達成上述目的，所採用之技術手段及可達致之功效，茲舉以下較佳可行實施例配合附圖詳述於后，俾利完全瞭解。
- [0018] 因為本發明係一種擬人形演奏提琴機械人，故實際適用的領域會含括小提琴、中提琴、大提琴和低音提琴等之提琴類群族。惟為方便作說明，本發明實施例係舉運用於小提琴演奏為例，相信任何熟知此項技藝之人士，皆清楚瞭解在相同技術領域及構造組成，以及相同作用原理下，本發明之發明實質及精神當然可推及於各種提琴同樣適用，謹先陳明。
- [0019] 如第五圖所示，本發明實施例即係一擬人形演奏提琴機械人3，構造組成上可區分成頭頸肩部30、按弦系統40及揮弓系統50三大部分。接著，請配合參閱第六圖所示，該頭頸肩部30包括：一頭部31、一頸部32、一肩部33、一肩墊34及一立架35，其中，該立架35係可站立著，上方依序即為肩部33、頸部32和頭部31之組成，在該肩部33前方接設一可轉動的肩墊34，其係插設於一軸心331上故可轉動，並可於任意選定之角度時，予以旋緊固定，使之不再轉動；該肩墊34上係設有左、右定位塊341、342，其間之空間即供小提琴的琴身10尾端置入，以受到夾持之作用，然後藉由該頸部32的偏轉使該頭部31逐漸下降，而終至頭部31的左腮抵靠到該琴身10上的腮托19，如此藉由該等左、右定位塊341、342與頭部31左腮共同夾持，使小提琴受到固定(如第五、六圖所示)。
- [0020] 在該頭部31的右側設有一CCD，用來檢測琴弓與琴弦的接觸位置，另在頭部左側配置一具收音器，供檢測小提琴的聲音訊號。
- [0021] 該立架35的左前方設置該按弦系統40，請配合參閱第五、七圖所示，其係在一立架41上依序接設第一連桿42及第二連桿43，而共同形成一懸臂，在該第二連桿43的尾端一側固設一支撐架44，該支撐架44上設有一組陣列式氣壓裝置45，其係由多數單動式氣壓缸(規格以4mm者為宜)，依照小提琴各弦的音階位置安裝於同一面板上而構成；另，在該等陣列式氣壓裝置45下方有一托架46存在，使用時，小提琴10的琴頭14即抵靠於該托架46上，且小提琴10各琴弦13的音階位置分別對正該等氣壓缸，故安裝時必須預先校對好各氣壓缸與小提琴10之指板15的相對位置及距離，即可確保氣壓缸下降時按弦的音準。因為該等由第一連桿42、第二連桿43所構成的懸臂及支撐架44均為固定位置，故只需校正該等氣壓缸之位置及控制其下降距離之正確，即可達成正確按弦之作用。
- [0022] 本發明實施例中的揮弓系統採用二種機構設計，第一種請配合參閱第五、八圖所示，該揮弓系統50由一立架51站立於該立架35的右側，該立架51上由一第一馬達52控制一結合塊521的昇降動作，該結合塊521的前端則樞接一第一連桿531，並由一第二馬達53控制該第一連桿531的上下揚擺動作，及由一第三馬達54控制該第一連桿531的左右搖擺動作；該第一連桿531的前端端頭復樞接一第二連桿551，並由一第四馬達55控制該第二連桿551的左右搖擺動作；該第二連桿551的前端端頭處則樞接一夾持塊561，並可由一第五馬達56控制該夾持塊561的左右搖擺動作。請比較第五、八圖所顯示，該夾持塊561可由該第五馬達56調整耳左右位置，以與第二連桿551共同夾持住琴弓20，然後可由該第一馬達52調整該結合塊521的高低位置，以及由該第二馬達53調整該第一連桿531的上下揚擺角度，同時由該第三馬達54調整該第一連桿531的左右位置；再由該第四馬達55控制調整該第二連桿551的左右位置。如此多重調整同時連動下，可使該琴弓20很適當地跨於琴弦13上，並可以作弧度動作去針對選定的琴弦13作接觸擦弦並即時換弦改變之，亦即該揮弓系統50可以帶動琴弓20作三度空間內的立體移動，而非僅在一平面內移動而已。若進一步分析，則係由馬達52、53配合控制，以執行換弦動作與調整對琴弓20的施力，在此種設計下，則更可在夾持塊561與第二連桿551樞接軸上設置一力感測器57，以感測琴弓20的反作用力，憑以調整該等馬達52、53的動作；另即由該等馬達54、55、56共同執行揮弓的動作，其係使該琴弓20瞬時在一直線上行走。
- [0023] 「揮弓系統」的第二種機構設計如第九圖所示，其揮弓系統50' 同樣由一第一馬達52' 與一第二馬達53' 共同配合控制一結合塊521' 與樞接的L型連桿531' 執行換弦動作與調整對琴弓20的施力，而該L型連桿531' 前端則設置一線性驅動器54' 以作線性式前後移動；在該線性驅動器54' 的前端則設有一組平行連桿機構55'，該平行連桿機構55' 於一側可供夾持琴弓20，並可由一第三馬達56' 控制其微調進退動作，以此達成進行短弓運動的控制。另，揮弓系統50' 在平行連桿機構55' 上裝設兩組力感測器57'，以感測琴弓20的反作用力，以作伺服性調整控制，使琴弓20揮弓時的姿勢及力道能保持在最適宜狀態。
- [0024] 本發明整體的裝配使用即如第五圖所示，該揮弓系統50與按弦系統40分位該頭頸肩部30的二側，該頭頸肩部30和按弦系統40共同穩固夾持住小提琴10，而揮弓系統50則夾持住琴弓20，並使琴弓20斜向越過小提琴10上方，其姿態與真人演奏般完全相同。然後該按弦系統40和揮弓系統50(或50') 二者的動作都由一電腦控制系統所控制。
- [0025] 本發明實施例整體的使用及控制流程即如第十圖所示。首先，本發明必須分析樂譜，並將指法與弓法等樂譜資料轉為控制時序命令，再以前所述及的CCD、收音器與力感測器57或57' 等之感測訊號為基礎，設計對應於感測訊號的控制法則，並運用電腦介面技術控制揮弓系統50或50' 與按弦系統40的動作。而在進行控制動作(即演奏)之同時，本發明即藉由該CCD的實測，及藉由收音器的收音，以及該等力感測器57或57' 的感測，可將訊號回授給該電腦控制系統，藉以迅速比對運算以調整按弦系統40及揮弓系統50、50' 的動作，使達成優美的演奏品質。

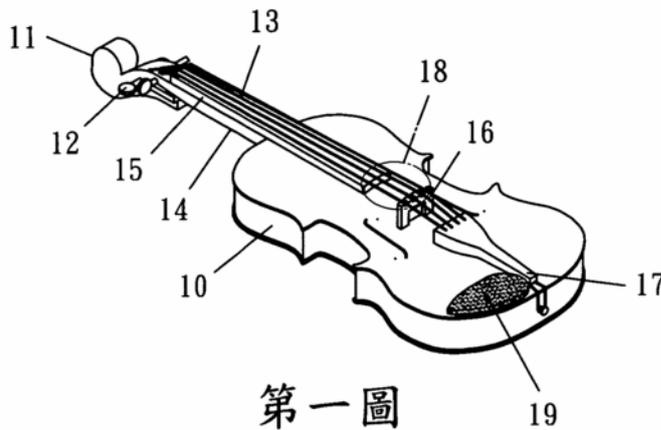
- [0026] 由以上說明可知，本發明係由頭頸肩部30、按弦系統40及揮弓系統50共同組成擬人形演奏提琴之機械人3，再結合電腦控制系統的配合，即可進行全自動演奏小提琴的演奏動作。
- [0027] 綜上所述，本發明以擬人形演奏提琴機械人而完全達成所預期自動化演奏小提琴的發明目的。而在相同技術領域及作用原理下，本發明的擬人形演奏提琴機械人當然同樣可對不同的提琴(例如：中提琴、大提琴及低音提琴等)進行自動化演奏，所以本發明的作用應用及於提琴類之樂器，實為毋庸置疑。本發明擬人形演奏提琴機械人完全不曾見諸昔時且深具實用價值及產業利用性，所以完全符合成立發明專利之要件，爰請依法准予發明專利，實為德便。
- 【圖式簡單說明】**
- [0077] 第一圖所示係小提琴之構造示意圖第二圖所示係琴弓之構造示意圖第三圖所示係小提琴指板的音階位置示意圖第四圖所示係小提琴揮弓時琴弓與琴弦的關係示意圖第五圖所示係本發明實施例整體組成構造示意圖第六圖所示係本發明實施例中頭頸肩部的構造示意圖第七圖所示係本發明實施例中按弦系統的構造示意圖第八圖所示係本發明實施例中第一種揮弓系統的構造示意圖第九圖所示係本發明實施例中第二種揮弓系統的構造示意圖第十圖所示係本發明實施例整體之使用及控制流程方塊圖
- 【主要元件符號說明】**
- [0028] 10 . . . 琴身
 - [0029] 11 . . . 琴頭
 - [0030] 12 . . . 弦栓
 - [0031] 13 . . . 琴弦
 - [0032] 14 . . . 琴頸
 - [0033] 15 . . . 指板
 - [0034] 16 . . . 琴橋
 - [0035] 17 . . . 弦枕
 - [0036] 18 . . . 拉奏區
 - [0037] 19 . . . 腮托
 - [0038] 20 . . . 琴弓
 - [0039] 21 . . . 弓桿
 - [0040] 22 . . . 弓毛
 - [0041] 23 . . . 螺旋鈕
 - [0042] 24 . . . 弓止
 - [0043] 25 . . . 弓尖
 - [0044] 3 . . . 擬人形演奏提琴機械人
 - [0045] 30 . . . 頭頸肩部
 - [0046] 31 . . . 頭部
 - [0047] 32 . . . 頸部
 - [0048] 33 . . . 肩部
 - [0049] 331 . . . 軸心
 - [0050] 34 . . . 肩墊
 - [0051] 341 . . . 左定位塊
 - [0052] 342 . . . 右定位塊
 - [0053] 35 . . . 立架
 - [0054] 40 . . . 按弦系統
 - [0055] 41 . . . 立架
 - [0056] 42 . . . 第一連桿
 - [0057] 43 . . . 第二連桿
 - [0058] 44 . . . 支撐架
 - [0059] 45 . . . 陣列式氣壓裝置
 - [0060] 46 . . . 托架
 - [0061] 50、50' . . . 揮弓系統
 - [0062] 51 . . . 立架
 - [0063] 52、52' . . . 第一馬達
 - [0064] 521、521' . . . 結合塊
 - [0065] 53、53' . . . 第二馬達
 - [0066] 531 . . . 第一連桿
 - [0067] 54 . . . 第三馬達
 - [0068] 55 . . . 第四馬達
 - [0069] 551 . . . 第二連桿
 - [0070] 56 . . . 第五馬達
 - [0071] 561 . . . 夾持塊
 - [0072] 57、57' . . . 力感測器
 - [0073] 531' . . . L型連桿

- [0074] 54' . . . 線性驅動器
- [0075] 55' . . . 平行連桿機構
- [0076] 56' . . . 第三馬達

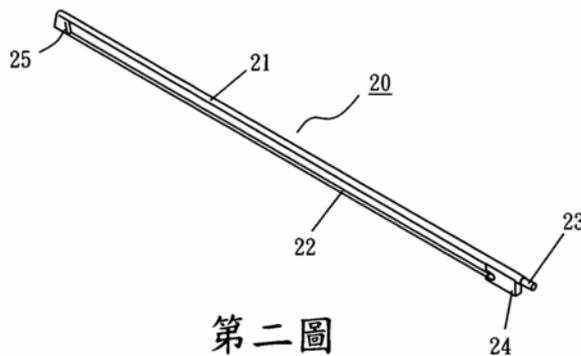
七、申請專利範圍：

1. 一種擬人形演奏提琴機械人，係由一頭頸肩部、一按弦系統、一揮弓系統及一電腦控制系統所共同組成，其中，該頭頸肩部可區分成一頭部、一頸部、一肩部、一肩墊及一立架，該立架係站立，上方依序即為該肩部、頸部和頭部之組成，該肩墊設於該肩部前方，藉一軸心插設而可轉動，並可於選定角度時予以旋緊固定，該肩墊上設有左、右定位塊，其間之空間供提琴琴身尾端置入，以受到夾持之作用，再由該頭部下降而由左腮托靠住琴身頂面的腮托，以固定提琴；該按弦系統係以一立架站立於該頭頸肩部的一側，於該立架上接設一旋臂，其尾端一側固設一支撐架，該支撐架上設有一組陣列式氣壓裝置；下方則有一托架，以供提琴的琴頸抵靠在該托架上；該揮弓系統係以一立架站立於該頭頸肩部的另一側，並由多數馬達控制連桿而可夾持琴弓作出揮弓之動作，使琴弓在琴弦上擦弦演奏；該電腦控制系統將所演奏樂曲的指法與弓法等樂譜資料轉為控制時序命令，並運用電腦介面技術控制該按弦系統與揮弓系統的動作，以進行全自動提琴演奏。
2. 依據申請專利範圍第1項所述之擬人形演奏提琴機械人，其中，該組陣列式氣壓裝置係由多數單動式氣壓缸依照提琴各弦的音階位置安裝於同一面板上而構成。
3. 依據申請專利範圍第1項所述之擬人形演奏提琴機械人，其中，該頭頸肩部的頭部的右側設有一CCD，用來檢測琴弓與琴弦的接觸位置。
4. 依據申請專利範圍第1項所述之擬人形演奏提琴機械人，其中，該頭頸肩部的頭部配置一具收音器，供檢測提琴的聲音訊號。
5. 依據申請專利範圍第1項所述之擬人形演奏提琴機械人，其中，該揮弓系統夾持琴弓之部位設置有一力感測器，以感測琴弓的反作用力。

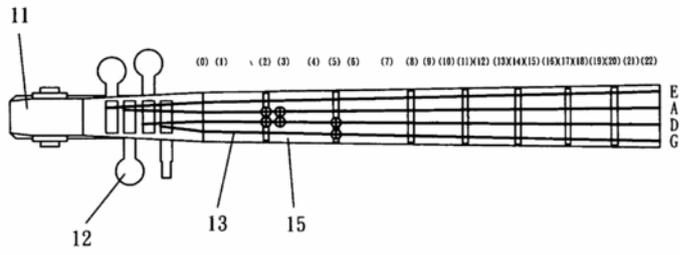
八、圖式：



第一圖

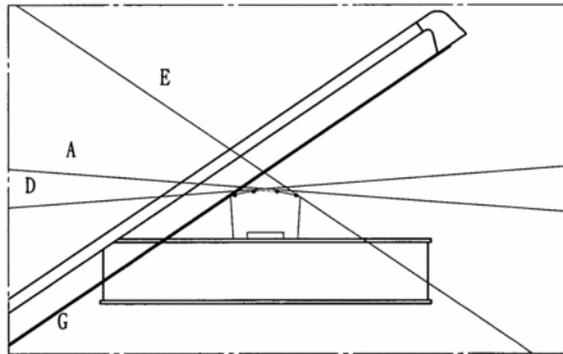


第二圖



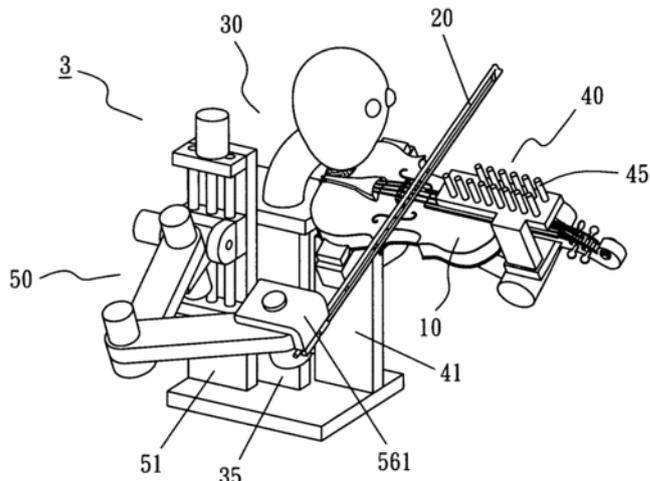
第三圖

第三圖



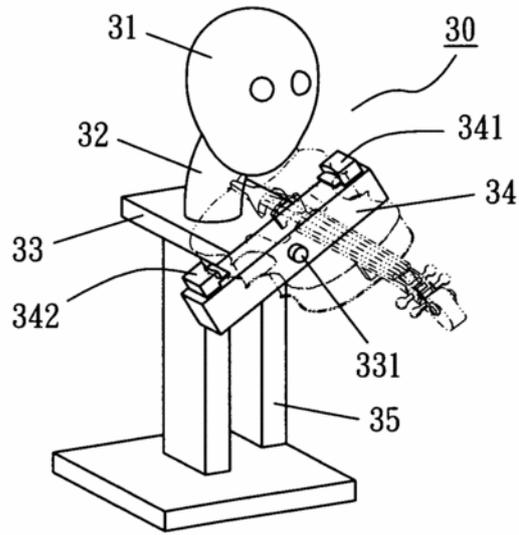
第四圖

第四圖



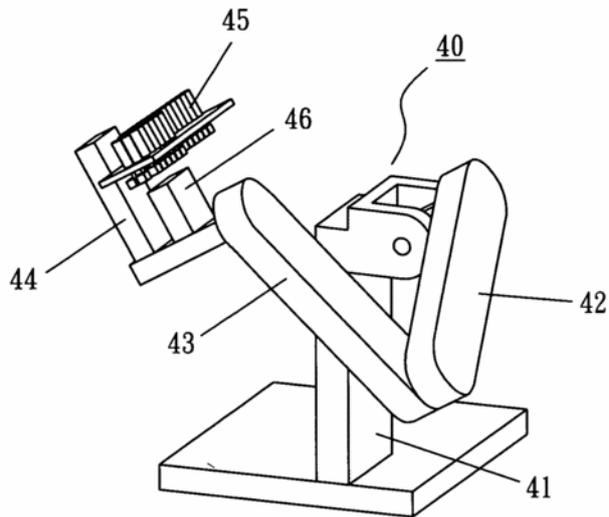
第五圖

第五圖



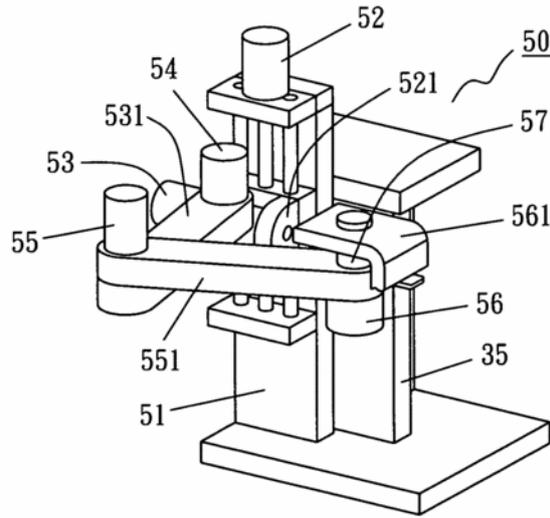
第六圖

第六圖



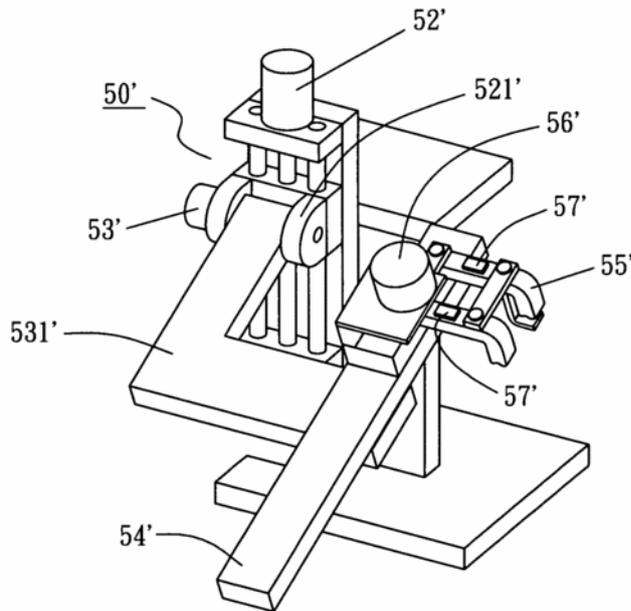
第七圖

第七圖



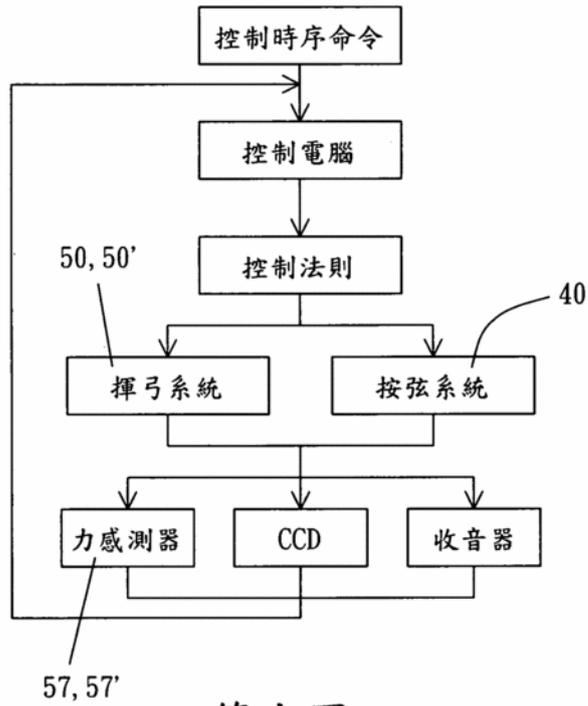
第八圖

第八圖



第九圖

第九圖



第十圖

第十圖